

SNI

STANDAR NASIONAL INDONESIA

SNI 05-3226-1992

UDC

---

PENGIKAT BERULIR  
PENGUJIAN KELELAHAN BEBAN AKSIAL  
BAGIAN 1 - CARA PENGUJIAN

## **PENGIKAT BERULIR – PENGUJIAN KELELAHAN BEBAN AKSIAL BAGIAN I : CARA PENGUJIAN**

### **0. PENDAHULUAN**

Standar ini disusun berdasarkan ISO 3800 / I – 1977 : *THREADED FASTENERS – AXIAL LOAD FATIGUE TESTING, PART I : TEST METHODES*

### **1. RUANG LINGKUP DAN BIDANG APLIKASI**

Standar ini menspesifikasikan cara untuk pelaksanaan pengujian kelelahan beban aksial pada pengikat berulir.

ISO 3800 / II menspesifikasikan penentuan kekuatan kelelahan secara statistik. Pengujian dilaksanakan dengan beban yang berubah-ubah sesuai dengan ISO R/373 butir 3.2.3, dilakukan pada temperatur ruang, di udara, sedang pembebanan diatur searah sumbu longitudinal pengikat. Cara ini memungkinkan penentuan kekuatan lelah pengikat berulir yang tidak bergantung pada cara penggunaannya.

Karena pemegang benda uji dapat mengakibatkan timbulnya variabel pada hasil pengujian, maka persyaratan minimalnya dispesifikasikan pula untuk mengurangi akibat tersebut. Cara kalibrasi dan pengontrolan penataan juga termasuk dalam standar ini.

### **2. REFERENSI**

*ISO / R 80, Rockwell hardness test (A and B scales) for steel.*

(Pengujian kekerasan Rockwell (skala A dan B) untuk baja).

*ISO / R 273, Clearance holes for metric bolts.*

(SNI 036 – 1981 : Lubang longgar untuk baut metris).

*ISO / R 373, General principles for fatigue testing of metals.*

(Prinsip umum pengujian kelelahan logam).

*ISO / 554, Standard atmosphere for conditioning and/or testing – Specifications.*

(Atmosfir standar untuk kondisi dan/atau pengujian – Spesifikasi).

*ISO / 885, General purpose bolt and screws – Metric series – Radii under head.*

(SNI 049 – 1981 : Baut dan sekerup kegunaan umum – Seri metris – Radius di bawah kepala).

*ISO 1099, Metals – Axial load fatigue testing.*

(Logam – Pengujian kelelahan beban aksial).

*ISO 1101, Tolerances of form and position.*

(Toleransi bentuk dan posisi).



### 3. PRINSIP

Pengujian dilakukan pada pengikat berulir untuk penentuan sifat-sifat seperti yang terlihat pada kurva  $S/N$  (kurva Wohler) di dalam ISO / R 373.

Pengikat berulir dipasang pada mesin penguji kelelahan beban aksial dan diberi beban tarik aksial yang berubah-ubah seperti yang diterangkan dalam ISO / R 373, butir 3.2.3.

Pengujian dengan tegangan rata-rata  $\sigma_m$  atau perbandingan tegangan konstan  $R_s = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$  boleh juga dilaksanakan.

Pengujian dilanjutkan sampai benda uji gagal, atau sampai jumlah siklus pembebanan mencapai angka yang telah ditentukan. Biasanya jumlah siklus ditentukan oleh sifat bahan atau oleh ketahanan kekuatan lelah benda uji. Untuk pengikat berulir dengan bahan baja pada umumnya pengujian boleh dihentikan setelah siklus pembebanan mencapai  $5 \times 10^6$ . Definisi kegagalan diberikan dalam ISO / R 373.

### 4. DEFINISI DAN SIMBOL

Simbol-simbol berikut digunakan dalam standar ini :

Simbol	Definisi
$d_a$	Diameter pada titik singgung fillet
$D$	Diameter mayor ulir mur
$D_h$	Diameter lubang tembus
$P$	Pits
$R_m$	Kekuatan tarik minimal
$R_s$	Perbandingan tegangan konstan $\sigma_{\min} / \sigma_{\max}$
$s$	Jarak sisi sejajar pada segi enam
$\sigma_a$	Amplitudo tegangan
$\sigma_A$	Amplitudo tegangan pada batas ketahanan lelah
$\sigma_m$	Tegangan rata-rata
$\sigma_{\min}$	Tegangan minimal
$\sigma_{\max}$	Tegangan maksimal
$\sigma_{Min}$	Tegangan minimal pada batas ketahanan lelah
$\sigma_{Maks}$	Tegangan maksimal pada batas ketahanan lelah
$\sigma_{AN}$	Kekuatan lelah pada $N$ siklus

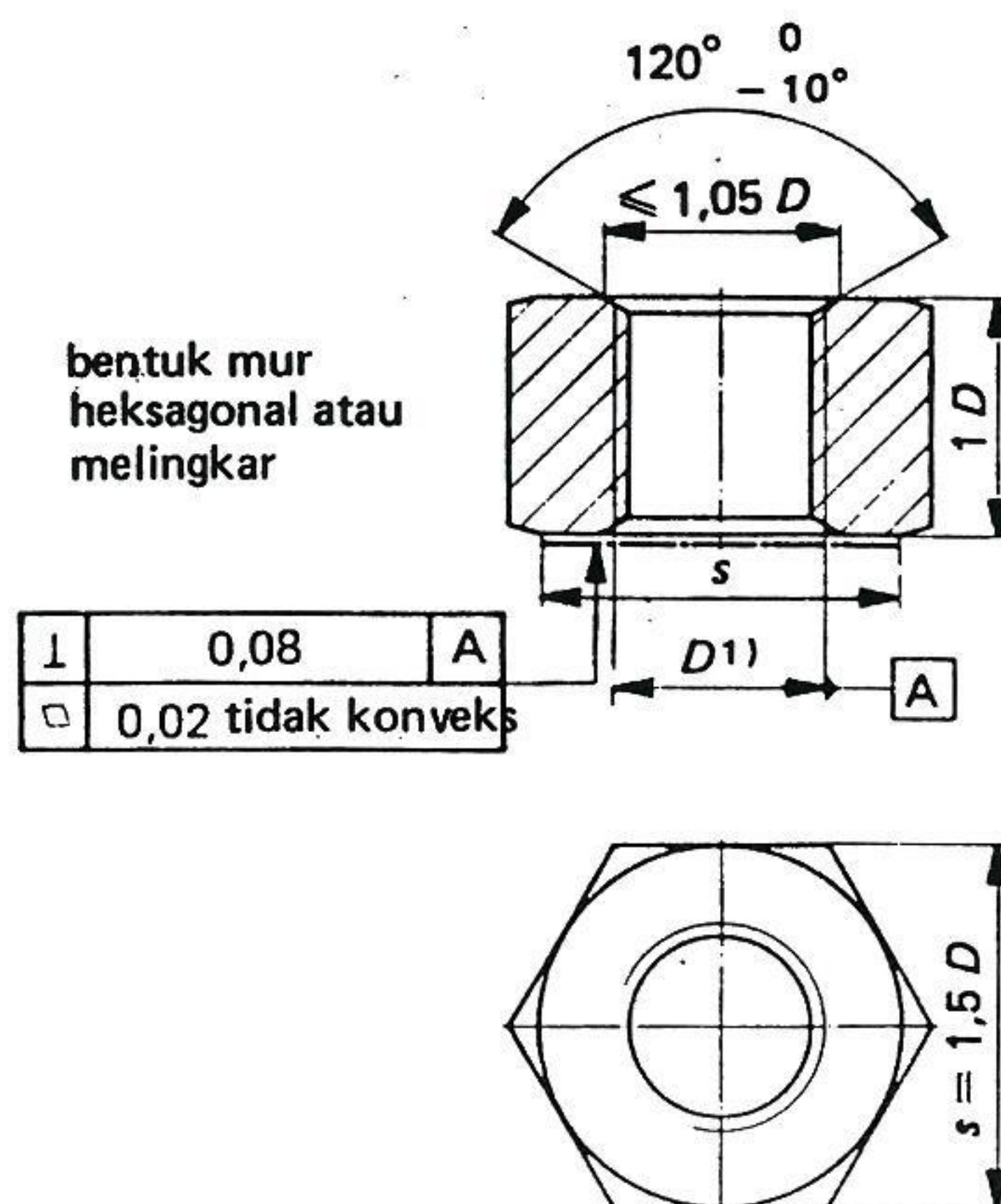


Simbol dan definisi yang berkaitan dengan pengujian kelelahan yang lebih lengkap diberikan dalam ISO / R 373.





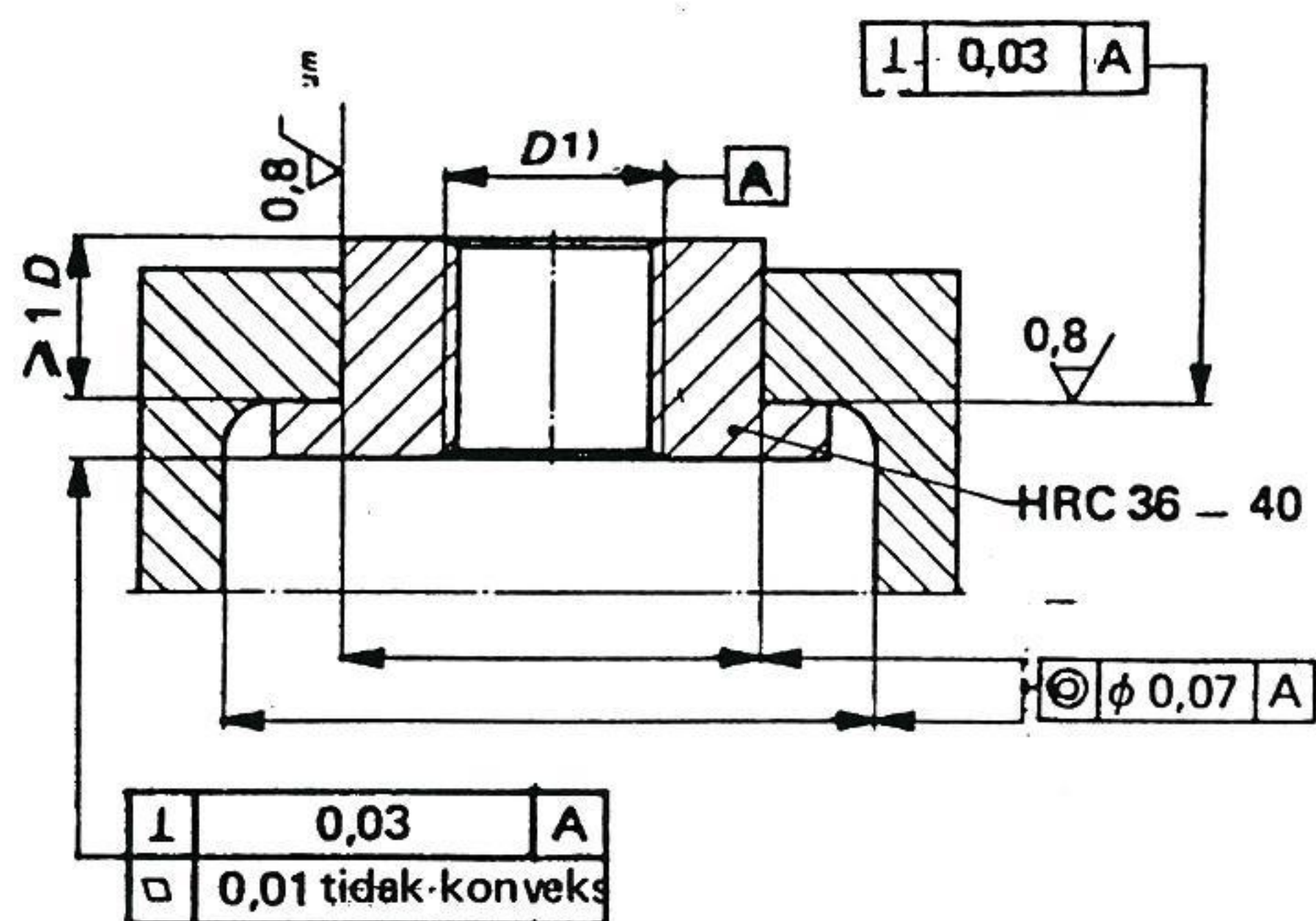




1) Toleransi ulir kelas 5 H.

GAMBAR 3 MUR UJI

Sisipan berulir boleh digunakan untuk baut yang pendek sebagai pengganti mur.



1) Toleransi ulir kelas 5 H.

GAMBAR 4 SISIPAN BERULIR UNTUK PENGUJIAN

Bila yang diuji adalah sepasang baut - mur yang spesial, maka diskripsi yang tepat untuk mur harus diberikan seperti keterangan pada butir 9.3.

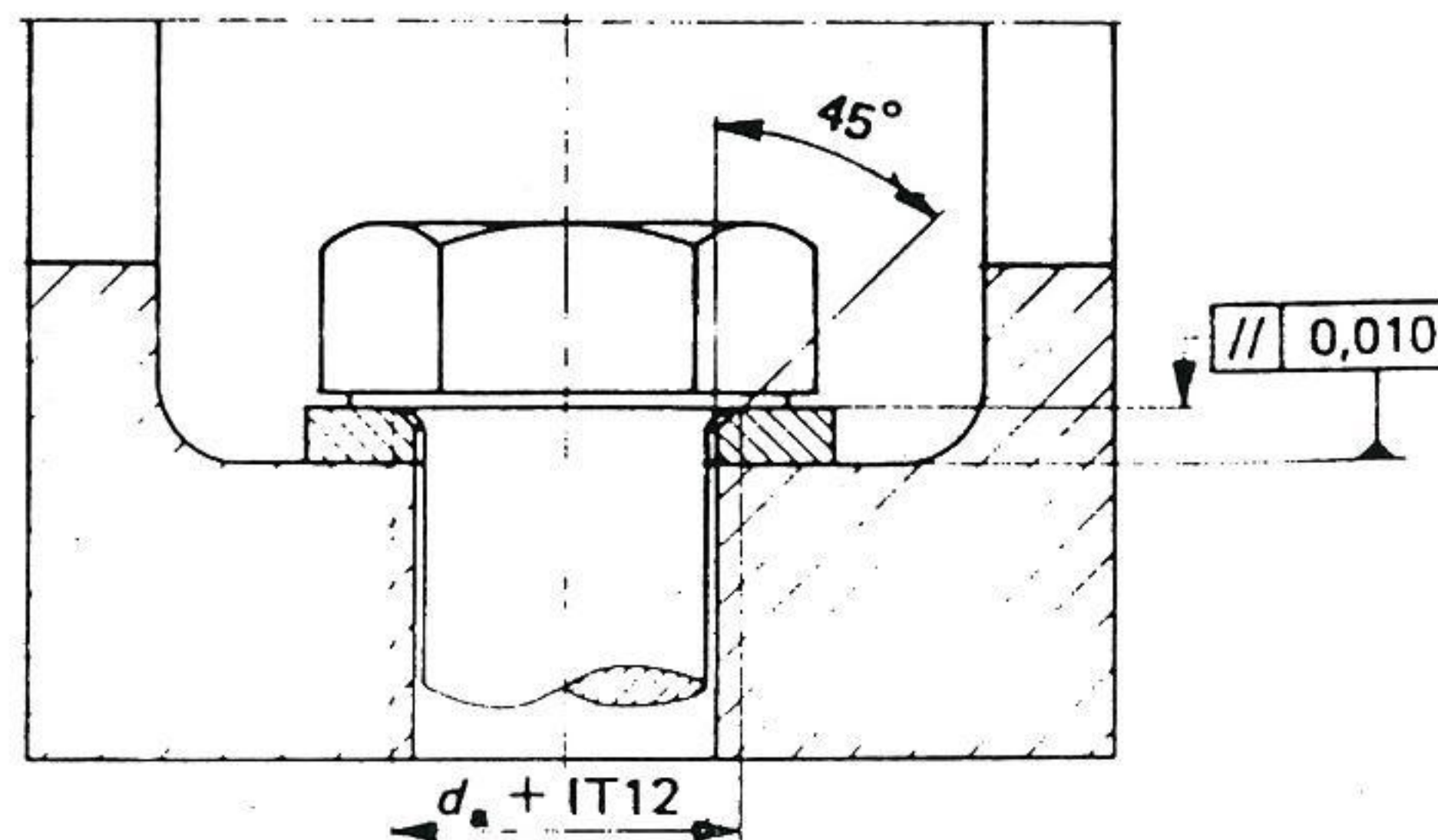
Bila digunakan sisipan berulir untuk pengujian seperti gambar 4, maka sisipan ini harus dijelaskan sesuai dengan butir 9.3.



### 5.5 Ring untuk pengujian

Ring untuk pengujian boleh dipingul untuk memberikan kelonggaran bagi radius penghubung kepala baut dan badan baut atau pemegang baut boleh dipingul.

Diameter maksimal untuk sudut apit  $90^\circ$  pada pingulan harus sama dengan diameter fillet pada titik singgungnya ditambah toleransi  $+IT\ 12$  (Gambar 5). Kedua muka ring harus paralel dalam batas  $0,1\text{ mm}$ . Kekerasan ring harus sama dengan kekerasan pemegang.

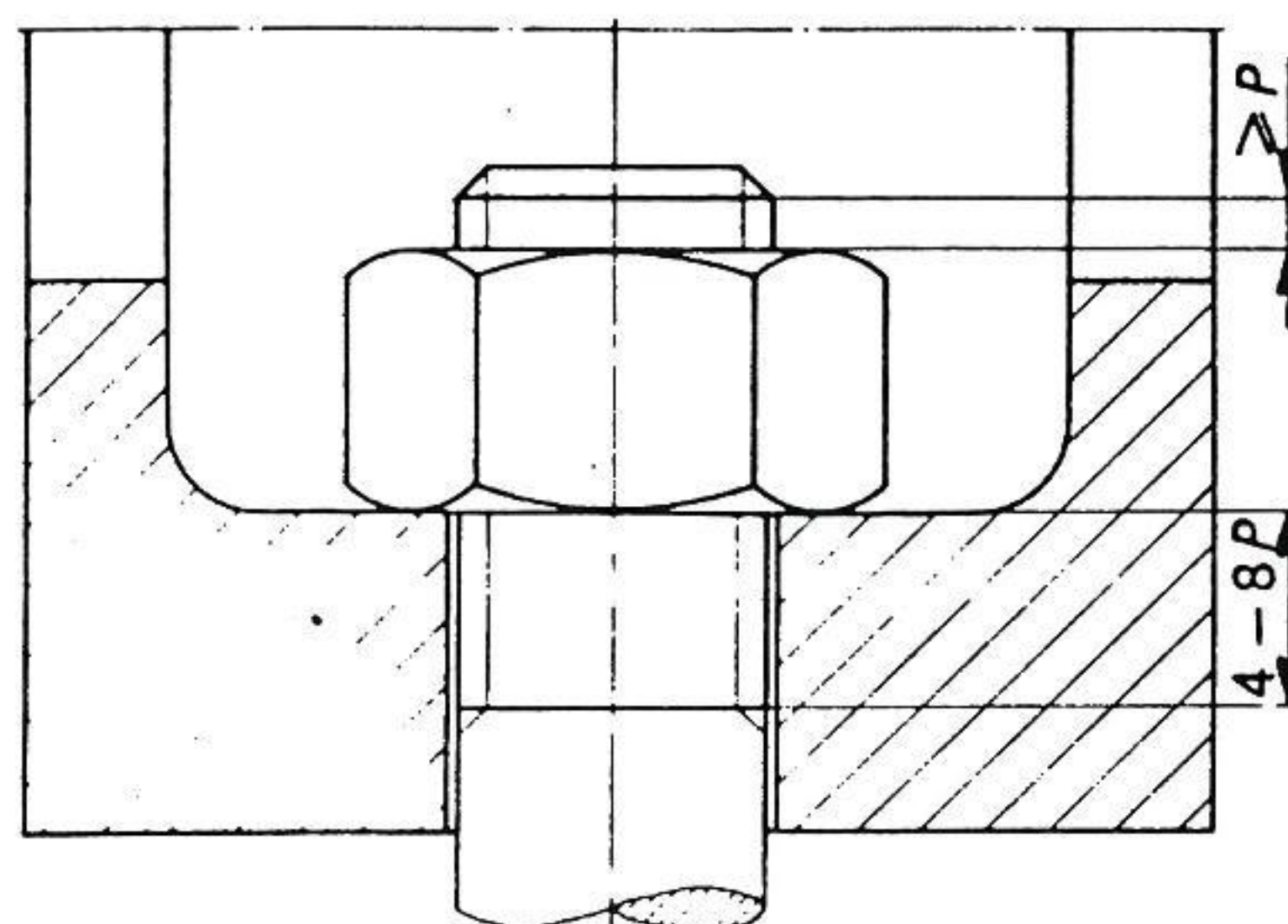


GAMBAR 5. RING UNTUK PENGUJIAN

## 6. PROSEDUR PENGUJIAN

Kemampuan mesin uji harus dipilih sedemikian sehingga beban pada benda uji adalah sama atau lebih besar 10 % dibandingkan dengan skala maksimal kapasitas mesin. Pengikat berulir harus dapat dirakit dengan tangan tanpa bengkokan atau pemaksaan. Beban puntir tidak boleh diberikan dengan memuntir mur. Muka tumpu mur harus terletak 4 sampai 8 pits dari bagian batang yang tidak berulir serta ulir mur harus seluruhnya terpasang pada baut; bagian baut paling sedikit sepanjang  $1\ P$  harus menembus mur (Gambar 6).

Mur uji harus diuji paling sedikit sekali setiap mukanya; mur boleh digunakan maksimal enam kali pengujian, asalkan mur masih dapat dipasangkan secara mudah pada ulir luar setiap kalinya dan tidak ada kerusakan yang terlihat.



GAMBAR 6 LOKASI MUR UJI



Pengikat berulir dan mur harus benar-benar bersih dan diberi minyak pelumas SAE 20 atau pelumas sejenis sebelum pengujian.

Frekwensi pengujian harus ditentukan sedemikian sehingga kenaikan temperatur benda uji tidak lebih dari 50° C selama pengujian.

Temperatur harus diukur pada ulir pertama yang dipasangkan.

Pada interval tertentu selama pengujian, beban harus dimonitor untuk meyakinkan bahwa kondisi pembebanan tidak berubah.

Hasil pengujian kelelahan bisa terpengaruh oleh kondisi atmosfer, oleh karena itu sedapat mungkin kondisi atmosfer dikontrol sesuai dengan isi butir 2.1 pada standar ISO 554.

## 7. RENCANA PENGUJIAN

Pengujian harus direncanakan dan hasil pengujian harus disajikan dalam bentuk yang seragam sehingga berbagai pengujian mudah dibandingkan. Rencana pengujian berikut ini boleh digunakan.

### 7.1 Pengujian kelelahan terbatas

Data hasil pengujian kelelahan terbatas biasanya digunakan untuk pengontrolan produksi. Bila spesifikasi produk menyatakan tegangan dan siklus pembebanan, biasanya paling sedikit enam buah benda yang diuji (kalau tidak dipersyaratkan lain dalam spesifikasi produk).

Dua macam pengujian boleh dilakukan yaitu : pengujian dengan tegangan rata-rata ( $\sigma_m$ ) konstan atau pengujian dengan perbandingan tegangan konstan ( $R_s$ ).

### 7.2 Pengujian kelelahan tidak terbatas

Untuk penentuan batas pendaya gunaan hasil pengujian, maka informasi yang lebih jelas dari pengujian dibutuhkan.

Informasi ini dapat berupa :

#### 7.2.1 Pembuatan kurva Wohler ( $S/N$ ) yang lengkap.

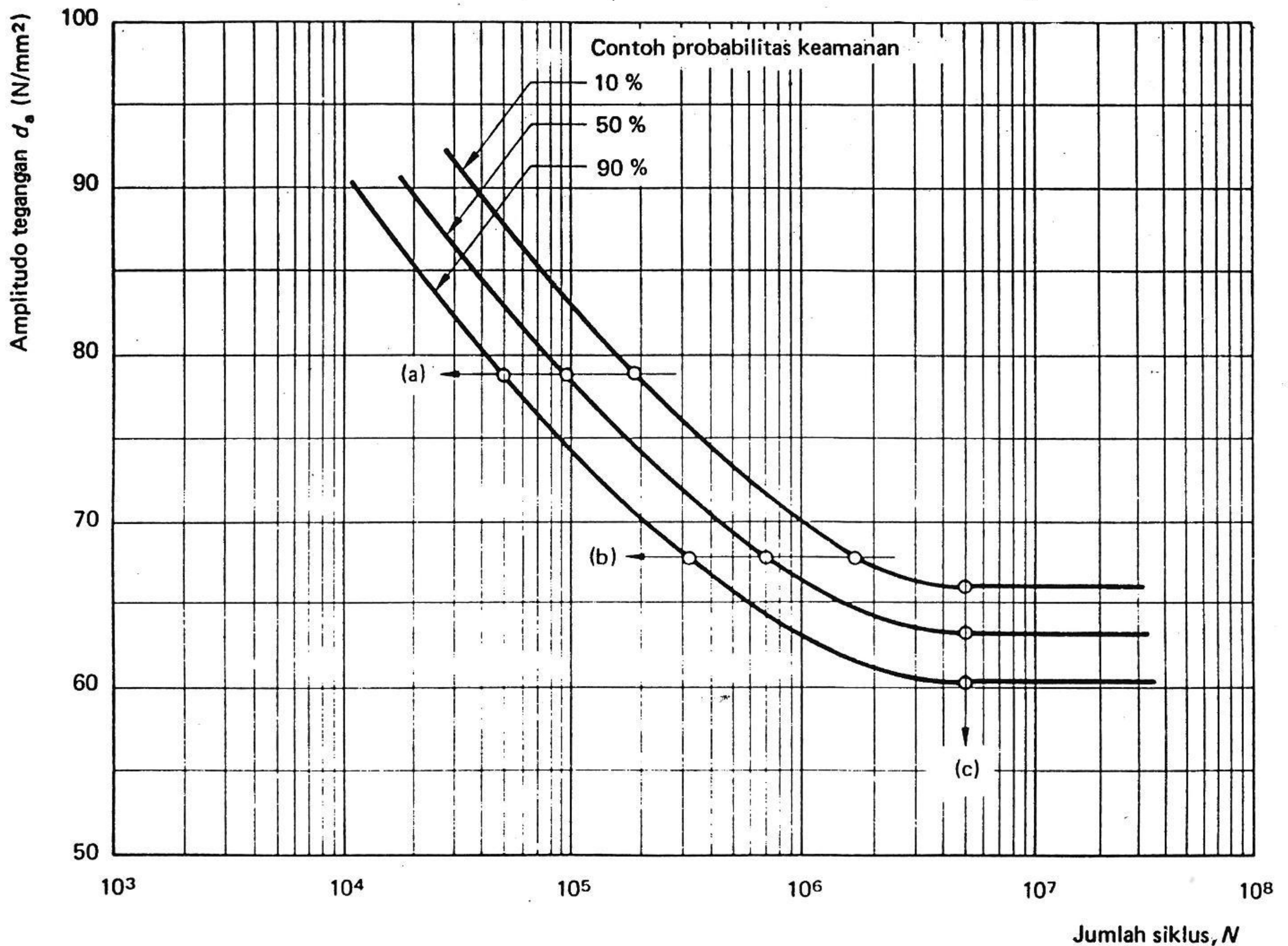
Untuk kekuatan kelelahan ( $\sigma_{AN}$ ) secara teliti dan data terpisah-pisah, maka jumlah benda yang diuji ditentukan dengan metode statistik sedang tegangan yang diberikan harus memenuhi perbandingan tegangan konstan  $R_s = +0,1$ ; sebagai contoh  $\sigma_m = 0,55 \sigma_{maks} = 1,22 \sigma_a$ , adalah sebagai berikut :

- a) sejumlah  $X$  benda yang diuji dengan tegangan lebih kecil dari batas mulur dan siklus sekitar  $10^5$  sampai patah.
- b) sejumlah  $X$  benda yang diuji dengan tegangan lebih kecil dari batas mulur dan siklus sekitar  $10^6$  sampai patah.
- c) sejumlah  $Y$  benda yang diuji untuk penentuan kekuatan kelelahan dengan metode evaluasi statistik.

Jumlah  $X$  dan  $Y$  ditentukan dengan metode evaluasi statistik yang dipilih, sebagai contoh:  $X = 6$  sebagai jumlah minimal untuk analisa regresi linier dalam lingkup mur yang terbatas.  $Y = 15$  sebagai jumlah minimal untuk metode anak tangga.



Data harus digambarkan pada koordinat semi-log seperti pada gambar 7. Sebagai contoh data probabilitas untuk keamanan 10 %, 50 % dan 90 %, data ditentukan dengan metode statistik yang ditentukan pada butir 9.8 dalam standar ISO 3800/II.



GAMBAR 7 KURVA S/N (KURVA WOHLER)

### 7.2.2 Pembuatan diagram Haigh

Untuk menentukan pengikat yang tepat, seorang perancang membutuhkan informasi tambahan mengenai pengaruh tegangan rata-rata terhadap kekuatan kelelahan.

Diagram Haigh (gambar 8) menyajikan data yang dibutuhkan dalam bentuk yang baik dan memperlihatkan kekuatan kelelahan untuk probabilitas keamanan 10 %, 50 % dan 90 %.

Dengan menggunakan metode statistik yang dinyatakan dalam standar ISO 3800/II, maka grafik ini dapat dikembangkan dengan jumlah benda uji yang minimal, dan pemberian tiga jenjang tegangan rata-rata, (sebagai contoh 45 benda uji bila menggunakan metode anak tunggal) :

- Tegangan rata-rata yang besar dan konstan  $\sigma_m = 0,7 R_m$ ;



b. Tegangan rata-rata yang sedang dan konstan  $\sigma_m = 0,4 R_m$ ;

c. Tegangan rata-rata yang kecil  $\sigma_m = 1,22 \times \sigma_A = 0,55 \times \sigma_{Maks}$

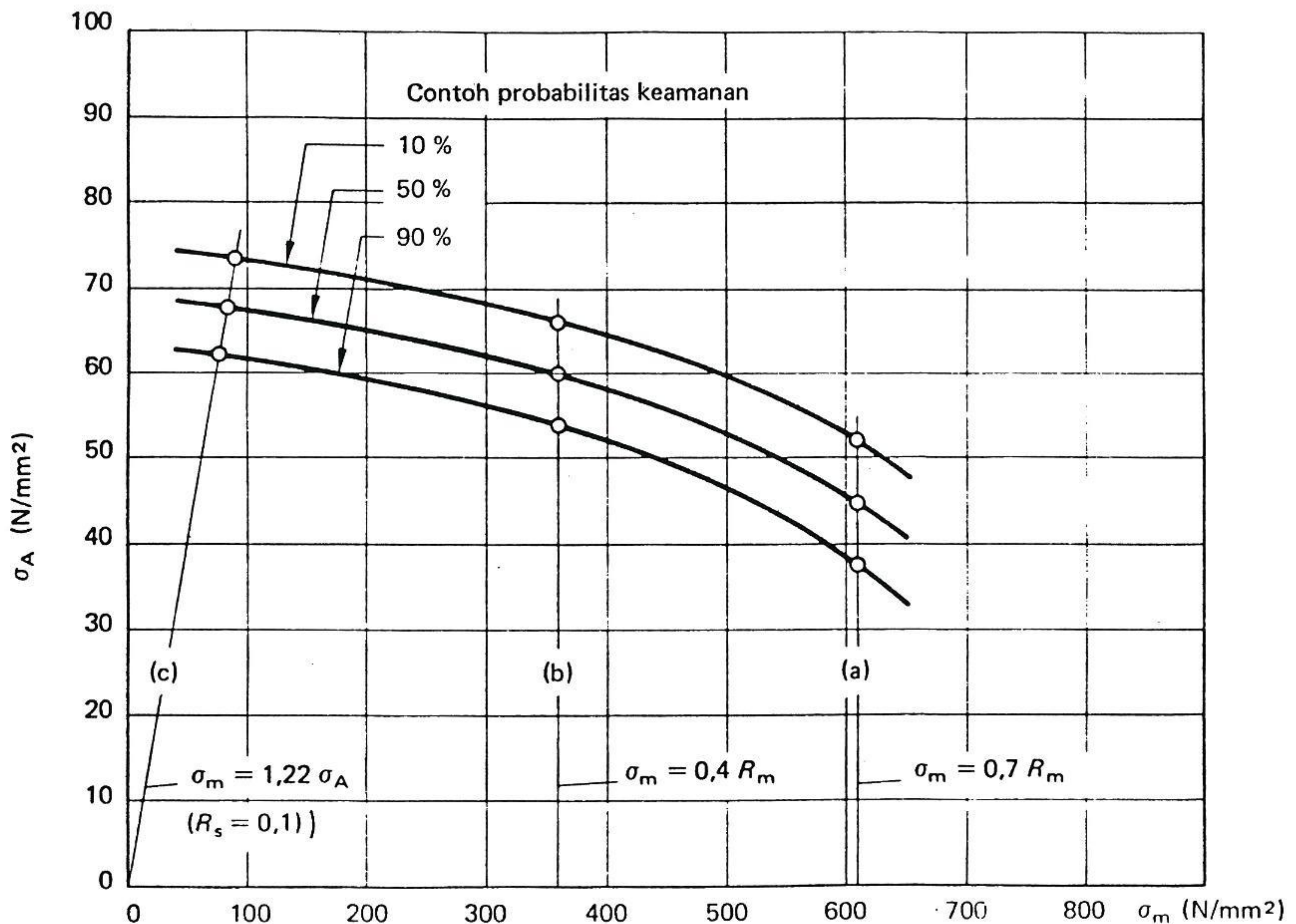
yang diturunkan dari perbandingan tegangan konstan  $R_s = \frac{\sigma_{Min}}{\sigma_{Maks}} = + 0,1$ .

Untuk c) hasil dari butir 7.2.1 c) boleh digunakan.

## 8. APLIKASI METODE STATISTIK

Data pengujian kelelahan cenderung bervariasi penentuan kelelahan dengan sejumlah kecil benda uji dapat menghasilkan hasil yang tidak wajar. Karena itu lebih baik menggunakan pengujian terencana berdasarkan metode statistik, untuk mendapatkan prediksi yang terpercaya. Guna penentuan kekuatan kelelahan untuk probabilitas keamanan 10 %, 50 % dan 90 %, maka distribusi titik-titik pada grafik kelelahan harus pula diperhatikan.

Metode statistik ini didefinisikan dalam standar ISO 3800/II.



GAMBAR 8 DIAGRAM HAIGH



## **9. LAPORAN HASIL PENGUJIAN**

Dalam data laporan pengujian kelelahan, maka kondisi waktu pengujian harus dinyatakan dan laporan pengujian harus memuat secara detail hal-hal berikut ini (deviasi dari standar ini harus ditunjukkan secara jelas) :

### **9.1 Penjelasan pengikat berulir luar :**

- a) Jenis dan kelas
- b) Ukuran ulir, pits, panjang pengikat, toleransi ulir dan profil.
- c) Cara pembuatan pengikat dan ulir.
- d) Kekuatan tarik dan 0,2 % tegangan mulur.
- e) Perlakuan permukaan
- f) Lokasi mur (jarak antara muka mur dan bagian awal tanpa ulir).

### **9.2. Bahan pengikat berulir dan proses yang dialaminya.**

### **9.3 Penjelasan mur uji :**

- a) Bentuk
- b) Dimensi
- c) Kekerasan
- d) Bahan
- e) Cara pembuatan
- f) Proses penyelesaian

### **9.4 Jenis pelumas yang dibubuhkan pada benda uji.**

### **9.5 Jenis dan frekwensi mesin uji.**

### **9.6 Jenis siklus tegangan (sebagai contoh : tegangan rata-rata dan amplitudo tegangan atau $R_s$ dan salah satu $\sigma_{min}$ atau $\sigma_{maks}$ ).**

### **9.7 Jenis dan lokasi kegagalan.**

### **9.8 Metode evaluasi statistik yang dipakai.**

### **9.9 Kondisi atmosfir.**



